

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

PCT/EP04/11146



**PRIORITY  
DOCUMENT**  
SUBMITTED OR TRANSMITTED IN  
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(e) OR (6)

## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Gebrauchsmusteranmeldung

Aktenzeichen: 203 16 689.2

RECEIVED  
18 NOV 2004

Anmeldetag: 29. Oktober 2003

WIPO PCT

Anmelder/Inhaber: Allweiler AG, 78315 Radolfzell/DE

Bezeichnung: Vorrichtung zum Führen zumindest zweier Strömungsmittel

IPC: F 16 J 15/16

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Gebrauchsmusteranmeldung.

München, den 15. Oktober 2004  
Deutsches Patent- und Markenamt  
Der Präsident  
Im Auftrag

Kahle

H I E B S C H   B E H R M A N N

PATENTANWÄLTE  
EUROPEAN PATENT AND TRADEMARK ATTORNEYS

**Antrag auf Eintragung eines Gebrauchsmusters**

**Unser Zeichen: AW367DE7**  
**H / ke**

(31) **Prioritätsnummer / Priority Application Number:**

(2) **Prioritätstag / Priority Date:**

(33) **Prioritätsland / Priority Country:**

(54) **Titel / Title:**

**Vorrichtung zum Führen zumindest zweier  
Strömungsmittel**

(71) **Anmelder/in / Applicant:**

**Allweiler AG  
Allweilerstraße 1**

**78315 Radolfzell  
Deutschland**

(74) **Vertreter / Agent:**

**Dipl.-Ing. Gerhard F. Hiebsch  
Dipl.-Ing. Dr. oec. Niels Behrmann M.B.A. (NY)  
Heinrich-Weber-Platz 1**

**78224 Singen**

Vorrichtung zum Führen zumindest zweier Strömungsmittel

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Führen zumindest zweier Strömungsmittel unterschiedlichen Druckes nach dem Oberbegriff des Anspruches 1.

Die Durchführung von Bewegungen und Kräften durch druckhaltende Begrenzungswände zwischen zwei Fluidsystemen wie Gasen und Flüssigkeiten unterschiedlichen Drucks wird in herkömmlicher Art im wesentlichen durch wellen- und Stangendichtungen wie Stopfbuchsen, Dichtringe und Gleitringdichtungen verwirklicht. Auf der Niederdruckseite findet man meist Umgebungsluft unter Umgebungsdruck. Bei Vakuumssystemen ist die Umgebungsluft auf der Hochdruckseite. Die genannten Dichtungsarten benötigen für ihre einwandfreie Funktion einen gewissen Leckagefluss von der Seite höheren zur Seite niederen Druckes, da es sich um berührende Dichtungen handelt, die eines Schmiermediums bedürfen, um im Betrieb nicht zerstört zu werden.

Bei vielen Anwendungen ist solch eine Leckage aber nicht erwünscht oder sogar nicht zulässig, weil das Fluid z.B. toxisch, geruchsbelästigend oder explosiv ist, oder weil ein Hochvakuum aufrecht erhalten werden soll. Doppelsysteme mit Sperrmedien -- beispielsweise doppeltwirkende Gleitringdichtungen -- mögen die Leckage reduzieren bzw. die Leckage des Druckfluids durch die Leckage eines weniger schädlichen Sperrfluids substituieren.

Thermisch leckagefreie Durchführungen werden heute im wesentlichen nach drei Prinzipien realisiert: Spaltrohrmotor, Magnetkupplung und magnetofluidische Dichtung.

Beim Spaltrohrmotor ist der Motor Teil der Maschine, des Apparates oder des Gerätes, z.B. oft verwendet in einer Pumpe. Der Stator ist auf der Niederdruckseite der Pumpe positioniert und durch ein nichtmagnetisierbares Spaltrohr

von der Hochdruckseite isoliert. Der Rotor befindet sich innerhalb der Hochdruckseite der Pumpe. Das Drehmoment wird über elektromagnetische Kräfte durch das Spaltrohr berührungslos vom Stator auf den Rotor übertragen.

Die ebenfalls im Pumpenbau gebräuchliche Magnetkupplung funktioniert nach einem ähnlichen Prinzip, jedoch befindet sich auf der Niederdruckseite der Pumpe statt einer Statorwicklung ein Außenrotor mit einer Anordnung von Permanentmagneten, der eine entsprechende Anordnung von Permanentmagneten bzw. ein Induktionskäfig oder -ring auf der Rotorseite gegenübersteht. Der Außenrotor ist mit einem herkömmlichen Motor verbunden, der das Drehmoment erzeugt, das über magnetische Feldlinien -- wieder berührungslos -- auf den Rotor übertragen wird. Die beiden Kupplungselemente sind meist durch ein tropfförmig gestaltetes Gehäuseelement, einen Spalttopf, gegeneinander druckisoliert.

Bei der Durchführung auf Basis von Magnetofluid bildet eine magnetisierbare Flüssigkeit -- meist eine Dispersion feinstster ferromagnetischer Partikel mit Hilfe eines Hilfsstoffes in einem Trägeröl -- ein äußerst flexibles und anpassungsfähiges durchlässiges Dichtelement, z.B. in Form eines "flüssigen O-Ringes" zwischen Welle und Gehäuse, das durch ein entsprechend gestaltetes Magnetfeld am Ort des abzudichtenden Spaltes fixiert wird. Diese Dichtungsart wird kommerziell etwa in Festplattenlaufwerken und Vakuumdurchführungen in der Oberflächentechnik verwendet.

Die genannten leckagefreien Durchführungsarten haben insbesondere für den Pumpenbau mehrere Nachteile; sowohl Spaltrohrmotor als auch Magnetkupplung benötigen zur Lagerung des Rotors Lagerelemente, die vom Fördermedium der Pumpe selbst geschmiert werden müssen und somit sehr störungsanfällig sind. Der Vorteil der Magnetkupplung, nämlich die Verwendbarkeit von Normmotoren, ist beim Spaltrohrmotor nicht gegeben. Demgegenüber weist die Magnetkupplung den Nachteil auf, dass bei unterschiedlicher

zu übertragender Leistung nicht nur unterschiedliche Motoren, sondern auch unterschiedlich dimensionierte Kupplungen eingesetzt werden müssen, um bei kleinen Leistungen keinen Preisnachteil in Kauf nehmen zu müssen. Beide Prinzipien sind durch die Art der Drehmomentübertragung und der Lagerung in ihrer Möglichkeit zur Leistungsübertragung aufgrund des überproportional steigenden Aufwandes bei hohen Leistungen begrenzt. Insbesondere sind hohe Wirbelstromverluste nachteilig, die in Spaltrohren und Spaltlöpfen in herkömmlicher Bauart in nichtmagnetischen Metalllegierungen induziert werden.

Magnetofluidische Dichtungen sind in ihrer Anwendbarkeit auf geringe Differenzdrücke begrenzt. Beispielsweise sind für die Abdichtung von 1 bar gegenüber Vakuum sechs hintereinander geschaltete Dichtelemente notwendig. Der übliche Druckbereich für einstufige Kreiselpumpen geht jedoch bereits bis 25 bar und für Sonderanwendungen sowie andere Pumpensysteme weit darüber hinaus. Außerdem müssen die chemische Verträglichkeit sowie Mischvorgänge zwischen den beteiligten Fluiden und dem Magnetofluid beachtet werden.

In Kenntnis dieser Gegebenheiten hat sich der Erfinder das Ziel gesetzt, bei einer eingangs genannten Vorrichtung eine leckagefreie Durchführung zu erstellen, welche die oben erwähnten Nachteile beseitigt sowie für die Übertragung auch sehr hoher Leistungen zwischen Bereichen mit hohen Druckdifferenzen -- bevorzugt mindestens 25 bar -- ohne notwendige Lagerschmierung durch ein beteiligtes Fluid ermöglicht. Darüber hinaus soll die Erfindung auch noch kostengünstiger und leichter in der Handhabung sein als Einrichtungen nach dem Stande der Technik.

Zur Lösung dieser Aufgabe führt die Lehre des unabhängigen Anspruches; die Unteransprüche geben günstige Weiterbildungen an. Zudem fallen in den Rahmen der Erfindung alle Kombinationen aus zumindest zwei der in der Beschreibung, der Zeichnung und/oder den Ansprüchen offenbarten Merkmale. Bei

angegebenen Bemessungsbereichen sollen auch innerhalb der genannten Grenzen liegende Werte als Grenzwerte offenbart und beliebig einsetzbar sein.

Erfnungsgemäß sind zwischen einem kraftübertragenden Organ, beispielsweise einer Welle, und einem druckisolierenden Element wie einem Gehäuse od.dgl. Dichtungsmittel oder -elemente -- insbesondere magnetofluidischen Dichtungsmittel oder -elemente -- so angeordnet, dass drei Räume entstehen: ein Bereich mit einem ersten Fluid bestimmten Druckes -- beispielsweise einem Fördermedium mit 25 bar --, ein Bereich für ein zweites Fluid mit einem Differenzdruck zum ersten Fluid -- etwa Umgebungsluft mit 1 bar absolut -- sowie ein zwischen diesen Bereichen angeordneter dritter Raum für ein Hilfsmittel bzw. eine Hilfsflüssigkeit.

Im Bereich mit der Hilfsflüssigkeit bzw. dem Hilfsfluorid befinden sich Mittel, die innerhalb dieses Bereiches einen Differenzdruck erzeugen, wobei der höhere Druck auf der Seite zum Fluid mit dem höheren Druck hin und umgekehrt erzeugt wird. Die erzeugbare Druckdifferenz muss mindestens dem maximal auftretenden Differenzdruck zwischen dem ersten sowie dem zweiten Fluid entsprechen.

Erfnungsgemäß sind weiterhin Mittel vorhanden, die auf den Differenzdruck zwischen dem Fluid mit hohem Druck und dem Maximaldruck der Hilfsflüssigkeit reagieren. Die Reaktion wird erfungsgemäß dazu genutzt, um durch geeignete Mittel die genannte Druckdifferenz auf einen Wert nahe Null zu regeln. Dies kann z.B. durch Regelung der Leistung der die Druckdifferenz erzeugenden Mittel geschehen oder durch Regelung einer Rückströmung aus dem Bereich hohen Druckes der Hilfsflüssigkeit zum Bereich niedrigen Druckes.

Indem das Volumen des der Hilfsflüssigkeit zugeordneten Raumes variabel gestaltet wird, kann erfungsgemäß

sichergestellt werden, dass auch die Druckdifferenz zwischen dem Minimaldruck der Hilfsflüssigkeit und dem Druck des Fluids mit dem niedrigeren Druck nahezu Null ist. Dies mag z.B. durch eine flexible Membrane zwischen einer Seite des Raumes für die Hilfsflüssigkeit und dem Fluid mit entsprechendem Druck realisiert werden, oder -- besonders vorteilhaft -- durch bewegliche Anordnung zumindest einer magnetofluidischen Dichtung. Bei Anordnung mit Umgebungsluft unter Normaldruck (1 bar) auf der Niederdruckseite ist es am vorteilhaftesten, den Raum auf dieser Seite im Volumen variabel zu gestalten.

Die dargestellten Mittel stellen sicher, dass die magnetofluidischen Dichtungen auch bei hohen Druckdifferenzen des ersten und des zweiten Fluids nur mit geringen Differenzdrücken belastet werden und somit ihre hermetische Dichtungsfunktion sichergestellt ist. Die Kraftübertragung erfolgt mechanisch über das kraftübertragende Element -- beispielsweise eine Welle --, so dass hohe Übertragungsleistungen möglich sind..

Die Druckdifferenz innerhalb der Hilfsflüssigkeit wird günstigerweise durch Relativbewegungen geometrischer Teile erzeugt, die dem kraftübertragenden Organ und dem druckisolierenden Element -- dem Gehäuse -- statisch zugeordnet sind und eine Fördereinrichtung, etwa eine Pumpe, für die Hilfsflüssigkeit bilden. Dabei wird durch geeignete Maßnahmen -- z.B. die Anordnung eines Rückschlagventils -- sichergestellt, dass bei Stillstand des Systems kein Druckausgleich zwischen Hoch- und Niederdruckbereich der Hilfsflüssigkeit stattfindet.

Die magnetofluidische Dichtung zur Hochdruckseite besteht bevorzugt aus drei Dichtelementen -- dargestellt durch drei in Achsrichtung magnetisierte Permanentmagnete mit zugeordneten ferromagnetischen Polschuhen, die jeweils ein konzentriertes magnetisches Feld erzeugen, das ein Ferrofluid als Dichtmittel fixiert. Diese sind in einem nichtmagnetischen

Trägerring vorgesehen. Der Trägerring ist erfindungsgemäß über einen metallischen Faltenbalg am Gehäuse fixiert. Zur besseren Montierbarkeit der Vorrichtung wird dies durch Befestigung des Faltenbalges an einer Buchse realisiert, die mit einem O-Ring gegen die Gehäusebuchse abgedichtet ist und durch einen Gewindering an der Gehäusebuchse fixiert wird.

Der Trägerring beinhaltet im Rahmen der Erfindung weiterhin eine -- vorteilhafterweise aus Siliziumkarbid geformte -- Dichtscheibe, die Teil eines mechanischen Dichtungssystems ist, das aus zwei gleichartigen SiC-Scheiben besteht. Eine der Scheiben weist in der Kontaktfläche entsprechend einem von außen nach innen wirkenden axialen Spiralrillenlager spiralförmig von außen zum Zentrum der Scheibe verlaufende Vertiefungen von einigen  $\mu\text{m}$  Tiefe auf; diese Vertiefungen gehen vorteilhafterweise vom Scheibenrand aus und enden in Abstand zu einem Zentraldurchbruch der ringartigen Dichtscheibe.

Es liegt im Rahmen der Erfindung, dass die Mittel zur Erzielung der Dichtungswirkung dabei einer Wellenhülse und einer Gehäusebuchse zugeordnet werden. Wellenhülse und Gehäusebuchse sowie alle mit dem Förderfluid der Pumpe in Kontakt stehenden Teile bestehen aus nicht magnetischen Materialien, die ausreichend fest und gegen das Förderfluid chemisch beständig sind. Die Wellenhülse ist gegen die Welle und die Gehäusebuchse gegen das Gehäuse durch O-Ringe statisch abgedichtet. Die Gehäusebuchse kann mit Hilfe von Schrauben am Gehäuse befestigt werden. Die hermetische Dichtung ist dabei so ausgeführt, dass sie als Einheit montiert und demontiert werden kann.

Nach einem anderen Merkmal der Erfindung werden Wellenhülse und Gehäusebuchse zueinander durch Wälzlager -- etwa durch ein Doppelschrägkugellager -- konzentrisch drehbar in definiertem axialem Abstand gehalten. Bei Bedarf ist das Lager auch zur Aufnahme von auf die Welle wirkenden axialen

Kräften geeignet. Dazu muss die Wellenhülse z.B. mit einem Sicherungsring oder einer Wellenmutter auf der Welle fixiert werden.

Als günstig hat es sich erwiesen, das Wälzlagerring in einem von Wellenhülse und Gehäusebuchse begrenzten Ringraum festzulegen. Dieses Wälzlagerring soll durch Sicherungsringe der Gehäusebuchse bzw. der Wellenbuchse und/oder durch einen flanschartigen radialen Außenring in jenem Ringraum fixiert werden.

Nach einem weiteren Merkmal der Erfindung ist den in einer Radialebene liegenden Sicherungsringen zumindest ein Paar aus den beiden konzentrischen Magnetdichtungen mit achsparallelem Distanzring zugeordnet. Das Wälzlagerring soll einem Außenring der Wellenhülse anliegen, dem anderseits eine der Dichtscheiben aus Siliziumkarbid zugeordnet ist. Vorteilhafterweise lagert eine der Dichtscheiben in einem sich von dem Außenring weg axial stufenweise erweiternden Abschnitt des Ringraums, dem der Verschlussring mit der anderen Dichtscheibe vorgeordnet ist.

Erfindungsgemäß verläuft zwischen der Außenfläche der Dichtscheibe und dem benachbarten Verschlussring ein Radialspalt, an den gegebenenfalls einerseits ein axialer Ringspalt zwischen der Welle und den Dichtelementen anschließt sowie anderseits ein weiterer axialer Ringspalt, der die benachbarte Dichtscheibe untergreift.

Der besseren Fixierung halber soll die Dichtscheibe zudem durch wenigstens einen achsparallelen Mitnehmerstift an die Mittelwand des Verschlussrings angeschlossen sein.

Als Vorzüge des erfindungsgemäßen Systems sind vor allem folgende Einzelheiten anzusehen:

- mit geringen Kosten realisierbar;
- keine Wirbelstromverluste;

- als Cartridge montierbar;
- einfacher Austausch möglich;
- geringer Platzbedarf;
- keine Gleitlager innerhalb der Pumpe erforderlich;
- Aufnahme des Axialschubes durch das integrierte Wälzlager möglich;
- Einsatz von kostengünstigen Ferritmagneten möglich;
- auch für Pumpen mit sehr hoher Leistung einsetzbar;
- mit geringem konstruktiven Aufwand in vorhandene Pumpen-Baureihen zu integrieren.

Weitere Vorteile, Merkmale und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung bevorzugter Ausführungsbeispiele sowie anhand der Zeichnung; diese zeigt in:

Fig. 1: einen Dichtungsbereich einer Pumpenwelle im Längsschnitt mit erfindungsgemäßer Dichtung vor dem Zusammenbau;

Fig. 2: den Dichtungsbereich gemäß Fig. 1 in montiertem Zustand;

Fig. 3: den gegenüber Fig. 2 etwas vergrößerten Dichtungsbereich ohne Pumpenwelle;

Fig. 4: einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 2, 3;

Fig. 5: einen vergrößerten Ausschnitt aus Fig. 4 in anderer Ausgestaltung;

Fig. 6: eine Gehäusebuchse des Dichtungsbereichs im Längsschnitt;

Fig. 7: eine Wellenhülse des Dichtungsbereichs im Längsschnitt;

Fig. 8 bis

Fig. 10: diametrale Schnitte durch unterschiedliche, die Wellenbuchse umfassende Organe des Dichtungsbereichs;

Fig. 11: ein vergrößertes Detail der Fig. 10;

Fig. 12: Draufsicht auf eine für den Dichtungsbereich bestimmte ringartige Dichtscheibe;

Fig. 13, 14: zwei Diametralabschnitte durch ein Paar von Dichtscheiben nach Linie D in Fig. 12;

Fig. 15: einen schematischen Querschnitt durch einen Abschnitt der Vorrichtung;

Fig. 16: eine Schemaskizze zu einer magnetofluidischen Dichtung;

Fig. 17: eine schematische Zuordnung von Querschnitten mit einer Zusatzeinrichtung zu unterschiedlichen Verfahrensständen;

Fig. 18 bis

Fig. 20: drei unterschiedliche Dichtungssituatien an der in Seitenansicht wiedergegebenen Pumpenwelle.

Ein Dichtungsbereich Q der Pumpenwelle 10 einer nicht weiter wiedergegebenen Kreiselpumpe weist eine mit ihrer Längsachse  $M_1$  zur Längsachse M der Pumpenwelle 10 koaxiale Wellenhülse 12 der Länge a von 60 mm sowie eines Innendurchmessers d von hier 30 mm auf; die Wanddicke b der Wellenhülse 12 misst 5 mm. In einem mittleren Abstand  $a_1$  von etwa 25 mm zur Stirnkante 14 der Wellenhülse 12 ragt gemäß Fig. 7 von dieser ein angeformter Außenring 16 -- identischer Wanddicke b -- der Kraglänge e von etwa 7 mm ab. Nahe des Außenringes 16 ist eine Außennut 18 für einen O-Ring 20 zu erkennen; ein weiterer O-Ring 20 lagert in einer der Stirnkante 14 nahen Innennut 19. Nahe der dargestellten Heckkante 15 der Wellenhülse 12 findet sich eine zweite Außennut 22 als Einstich für einen weiter unten beschriebenen Sicherungsring.

Die Wellenhülse 12 wird von einer koaxialen Gehäusebuchse 26 jener Länge a umfangen, deren Innendurchmesser  $d_1$  hier 68 mm beträgt bei einer Wanddicke  $b_1$  von ebenfalls 5 mm. Die Wellenhülse 12 ist gegen die Pumpenwelle 10 und die

Gehäusebuchse 26 gegen das Pumpengehäuse durch die O-Ringe 20 statisch abgedichtet. Im übrigen kann die Gehäusebuchse 26 durch Schrauben am Gehäuse befestigt werden.

In mittlerem Abstand  $a_2$  von hier etwa 20 mm zur Stirnkante 28 der Gehäusebuchse 26 ragt von deren Wandung 30 ein angeformter Flanschring 32 des Durchmessers  $f$  von 100 mm sowie der Breite  $g$  von 10 mm ab, der zum einen -- beispielsweise zwei -- radiale Gewindebohrungen 34 für Verschlusschrauben 35 enthält sowie etwa vier achsparallele Durchbrüche 36 für Anschlusschrauben 38.

In axialem Abstand  $i$  (etwa 10 mm) von jener Stirnkante 28 ist die Wandung 30 der Gehäusebuchse 36 ein- bzw. achswärts zweifach gestuft. Diese beiden Stufen 40, 40<sub>a</sub> jeweils geringer Radialhöhe sind erforderlich, da der Innendurchmesser  $d_2$  der Stirnkante 28 mit 73 mm größer ist als der anderseitige Durchmesser  $d_1$  von 68 mm; die Stirnkante 28 wird von einem Wandabschnitt 30a angeboten, der an jenem Flanschring 32 ansetzt. Im Bereich dieses Flanschringes 32 ist im übrigen ein innerer Formring 42 -- geringer radialer Höhe -- der Breite  $i_2$  von 10 mm aus der Wandung 30 herausgeformt (s. Fig. 6).

Nahe der Heckkante 44 der Gehäusebuchse 26 verläuft eine Innennut 23, die der oben erwähnten Außennut 22 der Wellenhülse 12 gegenüberliegt und mit ihr gemeinsam ein Paar von Sicherungsringen 46, 46<sub>i</sub> hält, das in dem von Wellenhülse 12 und Gehäusebuchse 26 gebildeten Zylinderringraum 50 verläuft; letzterer geht am Formring 42 gemäß Fig. 1 in einen gestuften Abschnitt 51 des Zwischenraumes von Wellenhülse 12 und Gehäusebuchse 26 über.

Zwischen den Sicherungsringen 46, 46<sub>i</sub> und dem Außenring 16 der Wellenhülse 12 sitzt im Zylinderringraum 50 ein Wälzlager 52, beispielsweise ein Doppelschrägkugellager, das Wellenhülse 12 und Gehäusebuchse 26 konzentrisch drehbar in definiertem radialen und axialen Abstand hält.

Dazu muss die Wellenhülse 12 -- beispielsweise mit dem inneren Sicherungsring 46; oder einer Wellenmutter -- auf der Welle 10 fixiert werden.

Vor allem die Fig. 1, 4, 5 verdeutlichen, dass die oben erwähnten Stufen 40, 40<sub>a</sub> als Anschlag für einen -- querschnittlich L-förmigen -- Haltering 56 und einen von diesem gehaltenen O-Ring 20 dienen; diese werden gemäß Fig. 1 axial in den gestuften Abschnitt 51 eingeschoben. Der -- von einem von der Stirnkante 28 umgebenen Frontring 54 -- an die Stufe 40<sub>a</sub> gepresste Haltering 56 eines Innendurchmessers  $n$  von 64 mm, eines Außendurchmessers  $n_1$  von 74 mm sowie der Breite  $k$  von 7 mm steht der anderen Stufe 40 mit einem angeformten Außenring 57 der Höhe  $n_3$  von etwa 5 mm in Abstand gegenüber.

Innerhalb des Frontringes 54 sowie des Halteringes 56 ist ein radial zweistufiger Träger- oder Verschlussring 60 axialer Breite  $k_1$  von 15 mm angebracht, den Fig. 8 deutlich werden lässt mit einer achsparallelen Außenwand 61 des Innendurchmessers  $z$  von 65 mm. Etwa mittig zwischen der Außenkante 62 dieser Außenwand 61 sowie einer radialen ringartigen Frontwand 65 des Verschlussringes 60 ist letzterer durch eine -- ebenfalls ringförmige -- radiale Mittelwand 63 gestuft; an diese ist ein achsparalleler Wandring 64 des Außendurchmessers  $z_1$  von 51 mm angeformt und an letzteren jene Frontwand 65. Der Durchmesser  $z_2$  der zentralen Öffnung 66 der Frontwand 65 misst 35 mm. Der Querschnitt des Halteringes 56 besteht also aus zwei Winkelabschnitten, deren äußerer die Außenwand 61 und die Mittelwand 63 enthält; an letztere schließt der Wandring 64 des inneren Winkelabschnitts an, der auch die Frontwand 65 umfasst und an der zentralen Öffnung 66 endet.

Zwischen der Mittelwand 63 des nichtmagnetischen Träger- oder Verschlussringes 60 sowie dem erwähnten Frontring 54 ist ein ringförmiger -- bevorzugt metallischer -- Faltenbalg 68 zu erkennen, der an den Außenring 57 angeschlossen

ist sowie innenseitig an der Mittelwand 63 des Trägerringes 60. Letzterer ist in der Gehäusebuchse 26 festlegt. Innerhalb des Wandringes 64 bzw. des Trägerringes 60 sind drei jeweils ringförmige Magnetdichtungen 70 angeordnet, deren Aufbau insbesondere Fig. 10, 11 entnommen zu werden vermag. Ihre Breite  $q$  misst etwa 3 mm, der Innendurchmesser  $y$  des Ringdurchbruches 72 etwa 35 mm und der Außendurchmesser  $y_1$  hier 50 mm. Mit 74 ist ein Permanentmagnet für ein Ferrofluid bezeichnet, der gemäß Fig. 16 zwei Polschuhe N, S enthält und gemäß Fig. 11 bei 76 einen querschnittlich U-förmigen Ring -- aus zumindest zwei Teilen -- als Eisenrückchluss mit sich zum Ringdurchbruch 72 öffnendem Spalt 78 der Breite  $q_1$  von etwa 0,1 mm.

Die drei Dichtelemente 70 bilden eine magnetofluidische Dichtung zur Hochdruckseite und sind drei in Achsrichtung magnetisierte Permanentmagnete mit zugeordneten ferromagnetischen Polschuhen N, S, die jeweils ein konzentriertes magnetisches Feld erzeugen, das ein Ferrofluid als Dichtmittel fixiert. Der Faltenbalg 68 liegt zur besseren Montierbarkeit der Vorrichtung am Frontring 54 an und ist mit dem Haltering 56 durch einen O-Ring 20 gegen die Gehäusebuchse 26 abgedichtet, der durch den -- mit Außengewinde versehenen -- Frontring 54 an der Gehäusebuchse 26 fixiert wird.

Zwei weitere Magnetdichtungen 70 der beschriebenen Art sind an der heckwärtigen Seite der Sicherungsringe 46 angeordnet. Diese Magnetdichtungen 70 werden von zwei entsprechenden Magnetdichtungen 70<sub>a</sub> anderer Durchmesserdimensionierung umfangen unter Zwischenschaltung eines Distanzringes 79.

Jener Verschluss- oder Trägerring 60 enthält weiterhin eine in Fig. 12, 13 skizzierte Scheibe 80 aus Siliziumkarbid, die Teil eines mechanischen Dichtungssystems aus zwei gleichartigen SiC-Scheiben 80, 80<sub>a</sub> der Breite  $g_1$  von etwa 7 mm mit Zentraldurchbruch 82 des Durchmessers  $t$  von etwa 39

mm ist. Der Außendurchmesser  $t_1$  der Scheibe 80, 80<sub>a</sub> sei mit etwa 65 mm angenommen. In der in Fig. 1 bis 5, 13 rechten Scheibe 80<sub>a</sub> sind an der Front- oder Kontaktfläche 84 -- entsprechend einem von außen nach innen wirkenden axialen Spiralrillenlager -- hier sechzehn vom Scheibenrand 81 ausgehende, in Draufsicht teilkreisförmig gebogene Spiralrillen 86 einer Tiefe von 10  $\mu\text{m}$  bis 20  $\mu\text{m}$  eingeätzt oder eingeschliffen. Diese Spiralrillen 86 enden in radialem Abstand zur zentrischen Öffnung 66 und sind durch entsprechend gebogene Dammrippen 88 getrennt. Die Pumprichtung und die Spiralrillen 86 sind in Fig. 12 an der Scheibe 80<sub>a</sub> von außen zur Mitte vorgegeben.

Die Spiralrillen oder -nuten 86 können sowohl in die stationäre als auch in die bewegte Scheibe 80, 80<sub>a</sub> eingearbeitet sein. Wichtig ist, dass die bearbeitete Frontfläche 84 der anderen Scheibe 80, 80<sub>a</sub> direkt gegenüberliegt, damit im Betrieb die Förderwirkung erzeugt wird.

Die Dichtelemente 70 und die Scheibe 80 im Trägerring 60 sind gegen letzteren abgedichtet, z.B. dicht eingeschrumpft. Die zweite Scheibe 80<sub>a</sub> ist gegenüber der ersten auf der Wellenhülse 12 angeordnet. Fig. 5 macht einen Ringspalt 13 zwischen Scheibe 80 und Wellenhülse 12 deutlich. Im gewählten Ausführungsbeispiel wird die SiC-Scheibe 80<sub>a</sub> durch den Außenring 16 als seitlichem Anschlag und einen O-Ring 20, der gleichzeitig eine Abdichtung gegen die Wellenhülse 12 und eine Drehmitnahme darstellt, festgelegt. Die Drehmitnahme kann -- falls erforderlich -- etwa durch einen Mitnehmerstift zwischen Anschlag 16 und SiC-Scheibe 80<sub>a</sub> unterstützt werden. Die gegenüberliegenden Flächen der Scheiben 80, 80<sub>a</sub> sind im Mikromterbereich plan bearbeitet und weisen eine entsprechend feine Oberflächenrautiefe auf. Der Balg 68 des Trägerringes 60 gewährleistet eine Beweglichkeit der Kontaktflächen der Scheiben 80, 80<sub>a</sub> axial zueinander mit einem Abstand von Null bis einige Zehntel Millimeter. Im Stillstand werden die Scheiben 80, 80<sub>a</sub> durch die abzudichtende Druckdifferenz gegeneinanderge-

drückt, und somit wird durch die Scheiben 80, 80<sub>a</sub> die Hochdruckseite der Vorrichtung zur Niederdruckseite abgedichtet. Dichtelemente 70 und Dichtscheibe 80 an der Trägerscheibe 60 werden -- wie erwähnt -- zur Wellenhülse 12 durch den Ringspalt 13 in einem definierten konzentrischen Abstand von etwa 0,1 mm gehalten (Fig. 5).

Fig. 14 soll den Druckaufbau durch die Förderwirkung zwischen den beiden Scheiben 80, 80<sub>a</sub> verdeutlichen. Der obere Ausschnitt zeigt den Druckaufbau, wenn die linke Scheibe 80 nur durch eine Kraft belastet ist und das Druckniveau auf der Scheiben-Außen- und -Innenseite gleich ist (Funktion als Spiralrillen-Axiallager). Die beiden Ausschnitte darunter zeigen mögliche Druckverläufe, wenn die Kraft durch einen Mediendruck auf die linke Scheibe 80 und entsprechend höherem Druckniveau auf der Scheibeninnenseite -- wie erfindungsgemäß der Fall -- erzeugt wird. Abhängig vom Druckverlauf kann eine zusätzliche Maßnahme zur Druckregulierung entsprechend Fig. 5 notwendig werden, die weiter unten erläutert wird.

Die magnetofluidische Dichtung zur Atmosphärenseite besteht aus den vier oben beschriebenen Dichtelementen 70, 70<sub>a</sub>, die -- wie gesagt -- an den Sicherungsringen 46 so angeordnet sind, dass zwei Elemente 70 zur Wellenhülse 12 und zwei Elemente 70<sub>a</sub> zur Gehäusebuchse 26 gerichtet sind. Das Magnetofluid hat in diesem Fall nicht nur eine dichtende, sondern auch eine zentrierende Wirkung, so dass die Scheibe 80 mit den Dichtungselementen axial frei beweglich ist zwischen -- in diesem Bereich zueinander konzentrisch zylindrisch liegender -- Wellenhülse 12 und Gehäusebuchse 26. Dadurch ist das Volumen im Bereich zwischen den magnetofluiden Dichtungen -- wie gefordert -- auf der Niederdruckseite variabel und somit eine gegen Null gehende Druckdifferenz zwischen der Niederdruckseite des Hilfsfluids sowie der Umgebung gewährleistet.

Fig. 15 lässt erkennen, wie der Raum zwischen den magnetofluidischen Dichtelementen 70 vorteilhafte Weise mit Hilfe von zwei Anschlüssen 33 -- oder der beiden Gewindebohrungen 35 -- mit einer Hilfsflüssigkeit gefüllt wird. Während ein Anschluss 33 zum Auffüllen mit der Hilfsflüssigkeit genutzt wird, dient der andere dazu, die Vorrichtung vorher mit einem Vakuum zu beaufschlagen, so dass die Hilfsflüssigkeit sämtliche Hohlräume innerhalb der Vorrichtung Q auffüllt. Durch geeignete Anordnung der Anschlüsse 33 an den gegenüberliegenden Seiten des Ringraumes 27 in der Gehäusebuchse 26, der die der Wellenhülse 12 zugeordnete Dichtscheibe 80<sub>a</sub> umschließt, lässt sich ein Differenzdruck zwischen den Anschlüssen 33 erzeugen, der zur Durchströmung der Vorrichtung mit Hilfsflüssigkeit aus einem externen Behälter während des Betriebes -- z.B. zur Kühlung -- genutzt werden kann. Dies wird etwa dadurch erreicht, dass der Ringraum 27 zwei unterschiedliche Seiten aufweist und eine der Seiten des Ringraumes 27 zur Scheibe 80 hin einen sehr geringen radialen Abstand von hier 0,1 mm und die andere Seite einen größeren Abstand von etwa 1 mm bildet.

Im Betrieb entfalten die SiC-Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> mit den Spiralrillen 86 gegeneinander eine Förderwirkung auf die Hilfsflüssigkeit, die zwischen Niederdruckseite und Hochdruckseite der Vorrichtung Q einen der Förderwirkung entsprechenden Differenzdruck aufbaut. Die Hilfsflüssigkeit wird so gewählt, dass einerseits eine gute Schmierung des Wälzlaggers 52 gewährleistet ist und ein möglichst hoher Differenzdruck über den Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> entstehen kann (vorteilhaft: hohe Viskosität) und anderseits die Erwärmung der Hilfsflüssigkeit in beherrschbaren Grenzen bleibt (max. etwa 80°C, vorteilhaft: geringe Viskosität). Die Hilfsflüssigkeit wird darüber hinaus so gewählt, dass es mit dem Magnetofluid der Dichtungen 70, 70<sub>a</sub> verträglich ist - günstigenfalls kann auf das Trägeröl des Magnetofluids (z.B. ein Silikonöl) zurückgegriffen werden.

Um ein "Durchschlagen" der magnetofluiden Dichtung auf der Hochdruckseite durch Überdruck -- drei Ringe ertragen einen Differenzdruck von max. etwa 0,5 bar -- zu verhindern, muss die Förderwirkung der Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> durch den an der hochdruckseitigen Dichtung anliegenden Differenzdruck limitiert werden. Dies wird durch die vorher bereits erwähnte Beweglichkeit der der Gehäusebuchse 26 zugeordneten Dichtscheibe 80 durch den Faltenbalg 68 erzielt. Erzeugen die Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> im Betrieb einen höheren Druck als den abzudichtenden innerhalb der Pumpe, wird die Trägerscheibe 60 mit der zugeordneten Dichtscheibe 80 in Richtung des abzudichtenden Druckes bewegt: der Abstand zwischen den Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> wird größer und konzenterweise lässt die Förderwirkung nach. Umgekehrt führt ein zu geringer -- durch die Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> -- erzeugter Druck zur Verringerung des Spaltes zwischen den Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> und damit zur Erhöhung der Förderwirkung.

In Fällen, in denen die oben dargestellte Selbstregelungswirkung zwischen den Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> nicht ausreicht, ist die Unterstützung der Regelung mit Hilfe einer Überströmfunktion zwischen Hochdruck und Niederdruckbereich der Hilfsflüssigkeit realisierbar. Dabei wird die Dichtscheibe 80 auf der Hochdruckseite innerhalb des Trägerringes 60 axial verschiebbar und mit radialer Luft -- Radialspalt 17 zwischen Trägerring 60 und Dichtscheibe 80 von 0, 1 mm in Fig. 5 -- nach außen angeordnet. Zur radialen Fixierung und zur Drehmitnahme am Trägerring 60 dienen gemäß Fig. 5 mindestens zwei Mitnehmerstifte 67. Am äußeren Ende der Dichtscheibe 80 begrenzt eine radiale Anlagefläche 69 einen Dichtspalt. Die Anordnung der Anlagefläche 69 ist so gewählt, dass die Dichtscheibe 80 vom Trägerring 60 abhebt und somit der Dichtspalt öffnet, wenn der Druck zwischen Dichtscheibe 80 und Trägerring 60 höher ist als der Druck des abzudichtenden Fluids auf der Hochdruckseite.

Insbesondere bei Anwendungen, bei denen keine chemisch aggressiven Medien abzudichten sind, bestehen verschiedene Möglichkeiten zur Kostenreduktion der Konstruktion. So können die Funktionen der Wellenhülse 12 und der Gehäusebuchse 26 von Welle 10 und Gehäuse übernommen werden. Die magnetofluidischen Dichtungen lassen sich kostengünstiger realisieren, wenn die Welle 10 aus ferromagnetischem Material gestaltet wird, so dass die magnetischen Feldlinien durch die Welle 10 geführt werden. Dadurch sind Anordnungen möglich, bei denen das magnetische Feld eines einzigen Permanentmagneten über mehrere Dichtspalte geführt wird. Die auf der Niederdruckseite notwendige Zentrierwirkung ist dann aber nicht mehr gegeben. Es liegt im Gegenteil eine Instabilität vor, so dass die Anpassung des Volumens des Raumes für die Hilfsflüssigkeit auf andere Weise als beschrieben realisiert werden muss. Die genannten Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> aus SiC können für einfache Anwendungen aus kostengünstigeren Materialien hergestellt und in andere Bauteile integriert werden.

Beim dargestellten Prinzip zur Erzeugung einer Druckdifferenz mit Hilfe von Dichtscheiben 80, 80<sub>a</sub> mit Spiralnuten 86 handelt es sich lediglich um eine Ausführungsmöglichkeit. Andere Prinzipien -- wie z.B. Fördergewinde -- sind denkbar und möglich.

Der prinzipielle Aufbau einer magnetofluidischen Dichtung ist Fig. 16 zu entnehmen. Das Magnetfeld eines ringförmigen Permanentmagneten 74 mit axialer Magnetisierung wird durch zwei Polschuhe 73 auf einen Ringspalt 77 um die Welle 10 konzentriert. Das konzentrierte Feld hält ein Magnetofluid 75 stationär in jenem Ringspalt 77 fest, das somit eine Dichtwirkung zwischen den beiden Seiten des Aufbaus hervorruft.

Um ein Durchmischen zwischen abzudichtender Flüssigkeit und Magnetofluid der Dichtung 70 zu verhindern, wird die oben beschriebene Vorrichtung gemäß Fig. 17 wie folgt ergänzt.

Am Trägerring 60 wird ein Bereich, ein Raum oder eine Kammer 90 der magnetofluidischen Dichtung 70 vorgelagert angeordnet, der/die teilweise mit einem Gas G -- beispielsweise Luft oder einem Inertgas -- gefüllt ist. Die Kammer 90 wird auf der der Vorrichtung abgewandten Seite zur Welle 10 mit einem Ring- oder Dichtspalt 92 der Weite  $q_3$  von etwa 0,1 mm abgedichtet, dessen Durchmesser  $f_1$  größer ist als der Durchmesser des Dichtspaltes 78 der magnetofluidischen Dichtung 70 am Trägerring 60 aber kleiner als der Durchmesser  $f_2$  der äußeren Kammerwand 94.

Das Volumen der Kammer 90 und die Durchmesser der Dichtspalte sind so gestaltet, dass bei horizontaler Anordnung und Stillstand des Systems sowie bei Umgebungsdruck innerhalb der Kammer 90 immer ein bestimmtes Gasvolumen  $V_0$  im oberen Bereich der Kammer 90 -- oberhalb von deren Dichtspalt 92 -- residual vorhanden ist. Im Betrieb sammelt sich dieses Gasvolumen im Bereich des kleinsten Durchmessers des Rotors -- dies ist im vorliegenden Fall der Dichtspalt 77 der magnetofluidischen Dichtung 70 -- konzentrisch um die Welle 10 und wird durch den Betriebsdruck auf ein Volumen  $V_1$  zusammengedrückt. Auch wenn  $V_1$  gleich  $V_0$  ist, soll durch geeignete Wahl des Durchmessers  $f_1$  des Dichtspaltes 92 der Kammer 90 dabei kein Gas aus diesem Dichtspalt 92 entweichen. Andererseits soll  $V_1$  groß genug sein, um den Dichtspalt 77 der magnetofluidischen Dichtung 70 im Betrieb auch bei maximalen Druck komplett abzudecken. Ein günstiges Durchmesserverhältnis zwischen dem Dichtspalt 77 der magnetofluidischen Dichtung 70, dem Dichtspalt 92 der Kammer 90 und dem inneren Außendurchmesser der Kammer ist 1 zu 1,2 zu 1,5. Mit  $V_1^*$  ist in Fig. 17 das Gasvolumen bei Maximaldruck bezeichnet.

Die Anordnung stellt sicher, dass die magnetofluidische Dichtung im Betrieb stets nur mit Gas in Kontakt kommt. Eine Durchmischung des Magnetofluids mit einer abzudichten- den Flüssigkeit wird somit wirksam verhindert.

Bei abzudichtenden Flüssigkeiten, bei denen keine chemische Reaktion mit Luft zu erwarten oder eine Reaktion unschädlich ist, kann das Residualvolumen an Luft innerhalb der Kammer 90 bei Befüllung der Pumpe genutzt werden. Andernfalls ist ein Hilfsanschluss an die Kammer 90 erforderlich, um sie vor Inbetriebnahme der Pumpe mit einem Inertgas zu füllen.

Die Fig. 18 bis 20 zeigen in abstrahierter Darstellung ein Prinzip der Erfindung zu zwei -- in axialem Abstand s zueinander verlaufenden -- magnetofluidischen Dichtungen 70, die an einer Welle 10 und einer zu dieser parallelen Gehäusewand 24 als druckisolierendem Element so angeordnet sind, dass drei Bereiche oder Räume entstehen: ein Raum 90<sub>a</sub> mit einem abzudichtenden Fluid A bestimmten Druckes (z. B. Fördermedium mit 25 bar), ein Raum 96 mit einer Hilfsflüssigkeit H zwischen den Dichtungen 70 sowie ein Raum 98 mit einem Fluid B mit einem Differenzdruck zu Fluid A (z.B. Umgebungsluft mit 1 bar absolut). Der mittlere Raum 96 ist in zwei Hälften oder Abschnitte 96<sub>a</sub>, 96<sub>b</sub> geteilt durch eine Fördereinrichtung 100, die als Pumpensymbol in Form eines Kreises samt innenliegendem Dreieck skizziert ist für die Mittel, die eine Förderwirkung und damit einen Differenzdruck erzeugen. Die Verbindung 71 des Kreises mit der Gehäuseseite und die Verbindung 71<sub>a</sub> des Dreiecks mit der Wellenseite symbolisiert die Zuordnung der Bauteile der Fördereinrichtung zu bewegten und stationären Teilen der Vorrichtung.

Die punktiert hervorgehobenen Räume 90<sub>a</sub>, 96<sub>a</sub> verdeutlichen Bereiche hohen Druckes; der Differenzdruck zwischen besagten Räumen wird mit geeigneten Mitteln -- symbolisiert durch die „Messleitung“ 95 und dem Symbol „ $\Delta P = 0!$ “ -- aufgenommen und ein Signal -- symbolisiert durch die Pfeillinie 95<sub>a</sub> -- zur Regulierung der Fördereinrichtung 100 in Abhängigkeit vom Differenzdruck erzeugt. In den punktfreien Räumen 96<sub>b</sub>, 98 herrscht niedriger Druck.

In Fig. 18 geschieht die Druckregulierung allein durch Regelung der Fördereinrichtung über den Differenzdruck (bevorzugte Lösung). Ergänzend sei dazu auf Fig. 4 Bezug genommen. Fig. 19 zeigt die Druckregelung mit Hilfe einer -- an jene Messleitung 95 mit einer Pfeillinie 95<sub>b</sub> angeschlossenen sowie durch ein Überströmventil symbolisierten -- Überströmeinrichtung 97, die vom Differenzdruck angesteuert wird und sich in einer die Räume 96<sub>b</sub> und 98 verbindenden Leitung 99 befindet. Fig. 20 verdeutlicht die Kombination beider Regelvarianten entsprechend Fig. 5 der konkreten Ausführung.

Im Bereich 96 mit der Hilfsflüssigkeit H befinden sich also Mittel, die innerhalb dieses Bereiches 96 einen Differenzdruck erzeugen, wobei der höhere Druck auf der Seite zum Fluid A mit dem höheren Druck hin und umgekehrt erzeugt wird. Die erzeugbare Druckdifferenz muss mindestens dem maximal auftretenden Differenzdruck von Fluid A und Fluid B entsprechen. Zudem sind Mittel vorhanden, die auf den Differenzdruck zwischen dem Fluid A mit höherem Druck und dem Maximaldruck der Hilfsflüssigkeit H reagieren. Die Reaktion wird dazu genutzt, um durch geeignete Mittel die genannte Druckdifferenz auf einen Wert nahe Null zu regeln. Dies kann z.B. durch Regelung der Leistung der Druckdifferenz erzeugenden Mittel geschehen- oder durch Regelung einer Rückströmung aus dem Raum 90<sub>a</sub> hohen Druckes der Hilfsflüssigkeit H zum Raum 96<sub>b</sub> niedrigen Druckes.

Indem das Volumen des der Hilfsflüssigkeit H zugeordneten Raumes 96 variabel gestaltet wird, kann sichergestellt werden, dass auch die Druckdifferenz zwischen dem Minimaldruck der Hilfsflüssigkeit H und dem Druck des Fluids B mit dem niedrigeren Druck nahezu Null ist. Dies kann zum Beispiel durch eine flexible Membran zwischen einer Seite des Raumes für die Hilfsflüssigkeit H und dem Fluid mit entsprechendem Druck realisiert werden oder durch bewegliche Anordnung einer der magnetofluidischen

Dichtungen 70. Bei Anordnung mit Umgebungsluft unter Normaldruck (1 bar) auf der Niederdruckseite ist es am vorteilhaftesten, den Raum 96 auf dieser Seite im Volumen variabel zu gestalten.

Die dargestellten Mittel stellen sicher, dass die magnetofluidischen Dichtungen 70 auch bei hohen Druckdifferenzen der Fluide A, B nur mit geringen Differenzdrücken belastet werden - und somit ihre hermetische Dichtungsfunktion sichergestellt ist. Die Kraftübertragung erfolgt mechanisch über das kraftübertragende Element, z.B. die Welle 10, so dass hohe Übertragungsleistungen möglich sind.

Die Druckdifferenz innerhalb der Hilfsflüssigkeit H wird beispielsweise durch Relativbewegung von geometrischen Elementen erzeugt, die der Welle 10 und dem Gehäuse statisch zugeordnet sind und eine Fördereinrichtung für die Hilfsflüssigkeit H bilden. Dabei wird durch geeignete Maßnahmen -- z.B. durch jenes Rückschlagventil -- sichergestellt, dass bei Stillstand des Systems kein Druckausgleich zwischen Hoch- und Niederdruckbereich 96<sub>a</sub> bzw. 96<sub>b</sub> der Hilfsflüssigkeit H stattfindet.

ANSPRÜCHE

1. Vorrichtung zum Führen zumindest zweier Strömungsmittel unterschiedlichen Druckes mit einer Welle od.dgl. kraftübertragendem Organ sowie einem druckisolierenden Element wie einem die Welle od.dgl. umgebenden Gehäuse od. dgl.,

dadurch gekennzeichnet,

dass zwischen dem kraftübertragenden Organ (10) und dem druckisolierenden Element durch Dichtungselemente (70, 70<sub>a</sub>) in Achsrichtung nebeneinander liegende Räume (90, 90<sub>a</sub>; 96; 98) bestimmt sind, wobei zwei Räume (90, 90<sub>a</sub>; 98) für Fluide (A, B) unterschiedlichen Druckes einen Raum (96) für eine Hilfsflüssigkeit (H) flankieren.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch magnetofluidische Dichtungselemente (70, 70<sub>a</sub>).
3. Vorrichtung nach Anspruch 1, gekennzeichnet durch membranartige Dichtungselemente.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet dass dem Raum (90, 90<sub>a</sub>) höheren Drucks ein Fördermedium sowie dem Raum (98) niederen Drucks Umgebungsluft zugeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 4, dadurch gekennzeichnet, dass der Raum (96) für die Hilfsflüssigkeit (H) durch eine Einrichtung (100) in zwei Teilräume (96<sub>a</sub>, 96<sub>b</sub>) für zwei unterschiedliche Druckbereiche unterteilt ist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass der Teilraum (96<sub>a</sub>) für den höheren Druck der

Hilfsflüssigkeit (H) dem Raumteil (90<sub>a</sub>) für das Fluid (A) höheren Druckes zugeordnet ist (Fig. 18 bis 20).

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass der Raumteil (90<sub>a</sub>) für das Fluid (A) höheren Drucks mit dem Teilraum (96<sub>a</sub>) mit der Hilfsflüssigkeit (H) höheren Drucks durch eine Messleitung (95) verbunden ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 6 oder 7, dadurch gekennzeichnet, dass die erzeugbare Druckdifferenz zumindest dem maximal auftretenden Differenzdruck zwischen den Fluiden (A, B) entspricht.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, gekennzeichnet durch Organe zum Regeln der Leistung der die Druckdifferenz erzeugenden Mittel.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, gekennzeichnet durch relativ zueinander bewegbare, dem druckisolierenden Element und dem kraftübertragenden Organ (10) zugeordnete geometrische Teile, die zum Erzeugen einer Druckdifferenz eine Fördereinrichtung für die Hilfsflüssigkeit (H) bilden.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 8, gekennzeichnet durch Organe (97, 99) zum Regeln einer Rückströmung aus dem Teilraum (96<sub>a</sub>) höheren Drucks der Hilfsflüssigkeit (H) zum Teilraum (96<sub>b</sub>) niederen Drucks.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen den Teilräumen (96<sub>a</sub>, 96<sub>b</sub>) für die Hilfsflüssigkeit (H) eine Leitung (99) mit ventilartiger Überströmeinrichtung (97) vorgesehen ist.
13. Vorrichtung nach Anspruch 8 und 11, 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Organe (97, 99) zum Regeln

einer Rückströmung mit der Messleitung (95) verbunden sind.

14. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Volumen zumindest des Raumes (96) für die Hilfsflüssigkeit (H) veränderbar ausgebildet ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest der Teilraum (96<sub>b</sub>) für den niedrigen Druckbereich der Hilfsflüssigkeit (H) in seinem Volumen veränderbar gestaltet ist.
16. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass die den Raum (96) für die Hilfsflüssigkeit (H) teilende Einrichtung eine Fördereinrichtung (100) ist.
17. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass sich beidseits des Raumes (96) für die Hilfsflüssigkeit (H) zwischen dem kraftübertragenden Organ (12) und dem druckisolierenden Element (24) ein magnetofluidisches Dichtelement (70, 70<sub>a</sub>) erstreckt.
18. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass das Dichtungselement (70, 70<sub>a</sub>) wenigstens einen Permanentmagneten (74) in einem Ring (76) enthält sowie ein dem kraftübertragenden Organ bzw. der Welle (10) an einem Ringspalt (77) zugeordnetes Magnetofluid (75).
19. Vorrichtung nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (74) Teil einer das Dichtungselement bildenden Magnetdichtung (70) ist, welche mit dem Ring (76) die Welle (10) umfängt.

20. Vorrichtung nach Anspruch 18 oder 19, gekennzeichnet durch in Achsrichtung magnetisierte Permanentmagnete (70) an der Hochdruckseite in einem Träger- oder Verschlussring (60) aus nicht magnetischem Werkstoff.
21. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 20, dadurch gekennzeichnet, dass das Magnetfeld des ringförmigen Permanentmagneten (70) mittels zugeordneter Polschuhe (73) auf den Ringspalt (77) konzentriert ist.
22. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 18 bis 21, gekennzeichnet durch zumindest zwei konzentrische Magnetdichtungen (70, 70<sub>a</sub>), deren Querschnitte durch wenigstens einen achsparallelen Distanzring (79) getrennt sind.
23. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 19 bis 22, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Magnetdichtung (70) von dem Verschlussring (60) umgeben ist, dessen Querschnitt bevorzugt aus zwei Winkelabschnitten (61, 63; 64, 65) besteht.
24. Vorrichtung nach Anspruch 23, dadurch gekennzeichnet, dass der die Frontwand (65) des Verschlussringes (60) bildende radiale Schenkel des wellennahen Winkelabschnitts (64, 65) eine zentrische Öffnung (66) für die Welle (10) enthält (Fig. 8).
25. Vorrichtung nach Anspruch 23 oder 24, dadurch gekennzeichnet, dass dem eine Mittelwand (63) des Verschlussringes (60) bildenden radialen Schenkel des äußeren Winkelabschnitts (61, 63) ein Faltenbalg (68) anliegt, der an seiner radialen Außenseite bevorzugt von einem Halterung (56) umgeben ist.
26. Vorrichtung nach Anspruch 25, dadurch gekennzeichnet, dass der Faltenbalg (68) aus metallischem Werkstoff

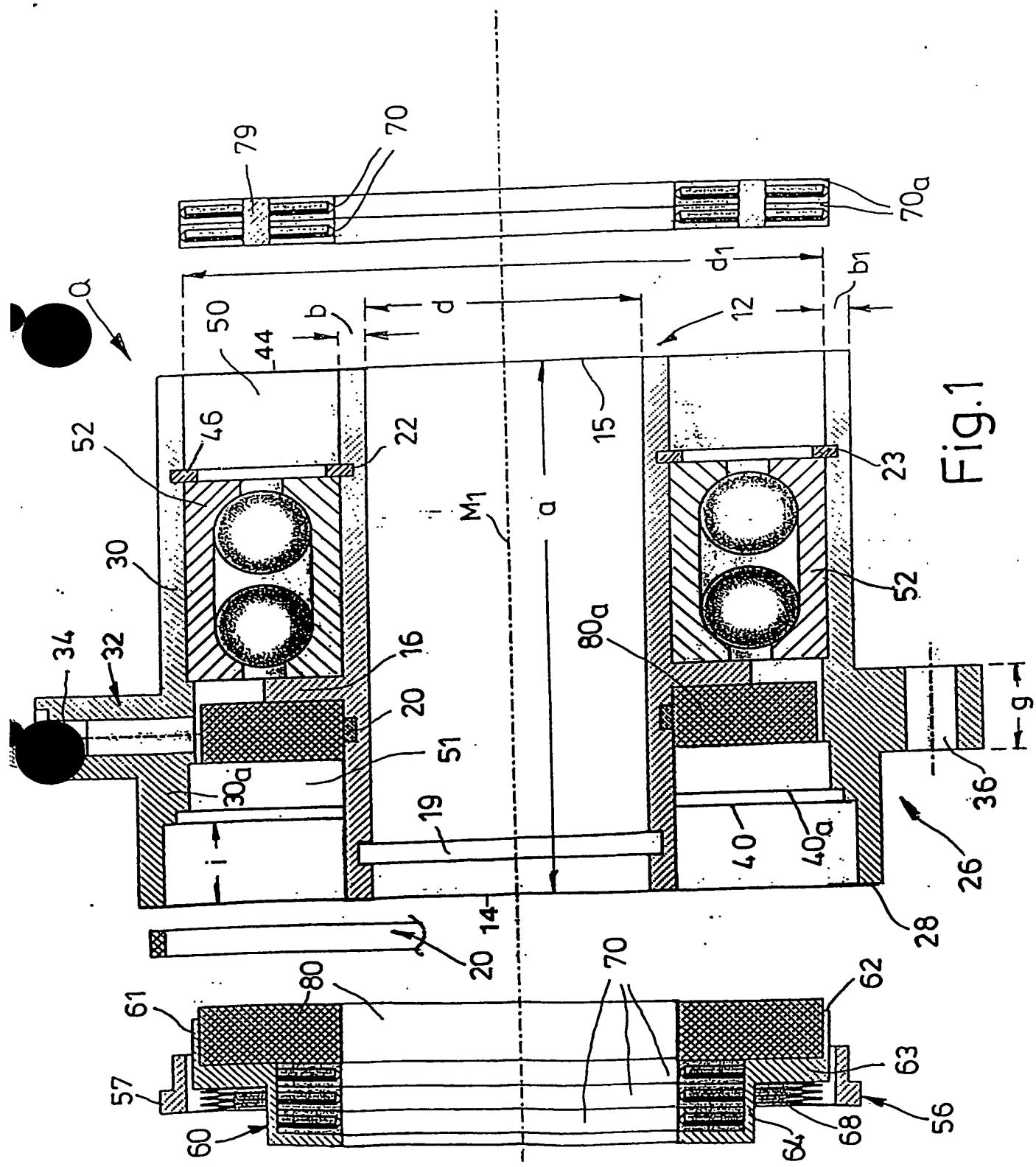
sich gegen einen an die Gehäusebuchse (26) festliegenden Frontring (54) abstützt.

27. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 23 bis 26, dadurch gekennzeichnet, dass in einem der Winkelabschnitte (61, 63) des Verschlussringes (60) eine Dichtscheibe (80) mit Zentraldurchbruch (82) für die Welle (10) angeordnet ist.
28. Vorrichtung nach Anspruch 27, dadurch gekennzeichnet, dass der Verschlussring (60) zumindest eine Dichtscheibe (80) als Teil eines wenigstens zwei Dichtscheiben (80, 80<sub>a</sub>) mit Zentraldurchbruch (82) umfassenden mechanischen Dichtungssystems enthält.
29. Vorrichtung nach Anspruch 27 oder 28, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtscheibe (80, 80<sub>a</sub>) aus Siliziumkarbid geformt ist.
30. Vorrichtung nach Anspruch 28 oder 29, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtscheiben (80, 80<sub>a</sub>) mit Kontaktflächen (84) aufeinander liegen.
31. Vorrichtung nach Anspruch 30, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest eine Dichtscheibe (80<sub>a</sub>) in der Kontaktfläche (84) vom Scheibenrand (81) zum Scheibenzentrum gekrümmt verlaufende spiralartige Rillen bzw. Vertiefungen (86) geringer Tiefe (c) aufweist, die in Abstand zum Zentraldurchbruch (82) enden und von der Kontaktfläche der anderen Dichtscheibe (80) übergriffen sind.
32. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 31, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens eine die Welle (10) umgebende Wellenhülse (12) und eine dazu koaxiale Gehäusebuchse (26) jeweils aus einem nicht magnetischen Werkstoff bestehen sowie zwischen diesen zumindest zwei

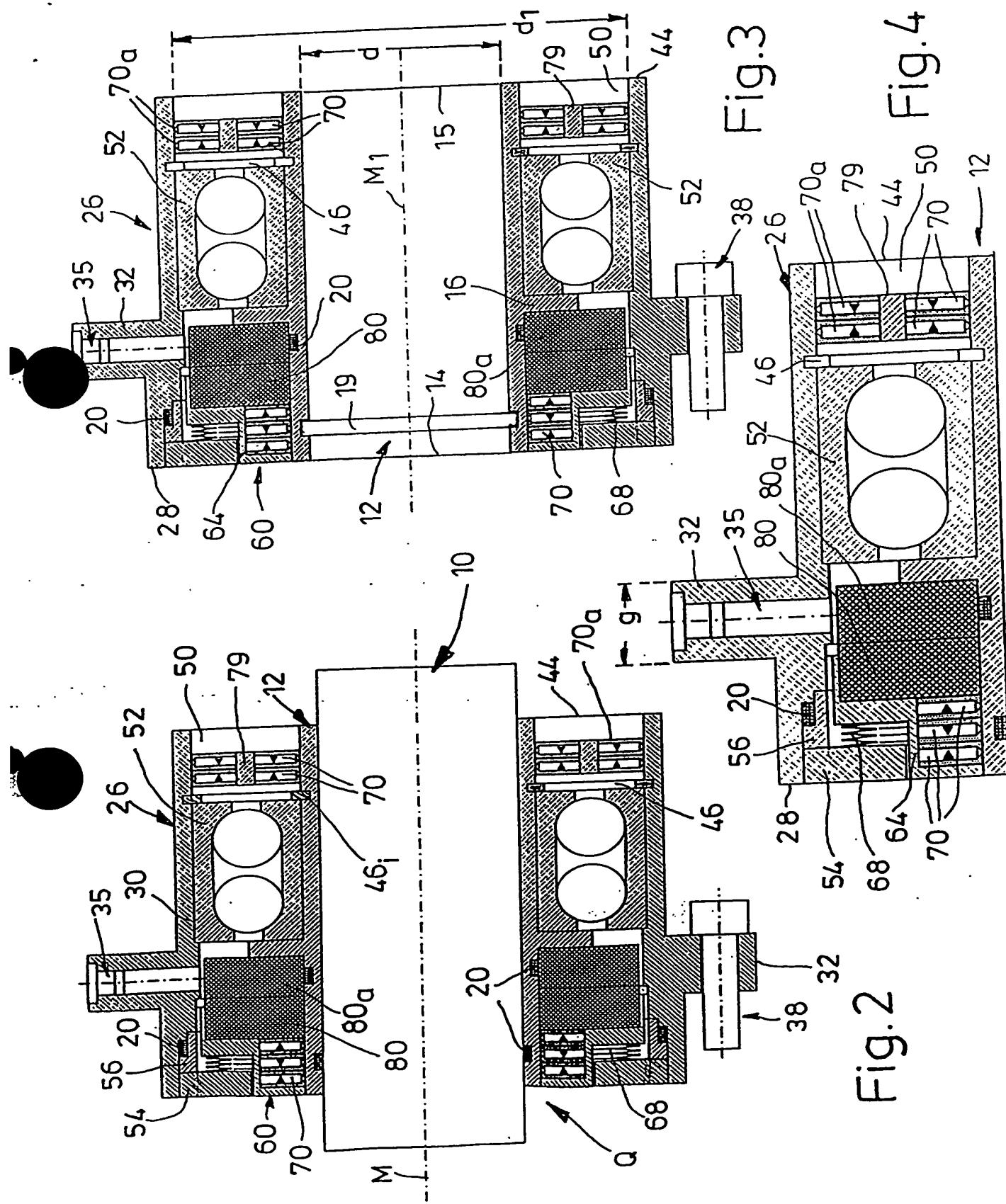
der die Welle umfangenden magnetofluidischen Dichtungselemente (70, 70<sub>a</sub>) vorgesehen sind.

33. Vorrichtung nach Anspruch 32, dadurch gekennzeichnet, dass die Wellenhülse (12) gegen die Welle (12) und die Gehäusebuchse (26) gegen das Gehäuse durch O-Ringe (20) statisch abgedichtet ist.
34. Vorrichtung nach Anspruch 32 oder 33, dadurch gekennzeichnet, dass Wellenhülse (12) und Gehäusebuchse (26) durch radial zur Längsachse (M<sub>1</sub>) der Wellenhülse angeordnete Wälzlager (52) konzentrisch drehbar in definiertem axialem Abstand gehalten sind, insbesondere durch ein Doppelschrägkugellager.
35. Vorrichtung nach Anspruch 34, dadurch gekennzeichnet, dass das Wälzlagerring (52) in einem von Wellenhülse (12) und Gehäusebuchse (26) begrenzten Ringraum (50) festgelegt ist.
36. Vorrichtung nach Anspruch 35, dadurch gekennzeichnet, dass das Wälzlagerring (52) durch Sicherungsringe (46 bzw. 46<sub>i</sub>) der Gehäusebuchse (26) bzw. der Wellenbuchse (12) und/oder durch einen flanschartigen radialen Außenring (16) im Ringraum (50) festgelegt ist.
37. Vorrichtung nach Anspruch 22 und 36, dadurch gekennzeichnet, dass den in einer Radialebene liegenden Sicherungsringen (46, 46<sub>i</sub>) zumindest ein Paar aus den beiden konzentrischen Magnetdichtungen (70, 70<sub>a</sub>) mit achsparallelem Distanzring (79) zugeordnet ist.
38. Vorrichtung nach Anspruch 28 und 37, dadurch gekennzeichnet, dass das Wälzlagerring (52) einem Außenring (16) der Wellenhülse (12) anliegt, dem anderseits eine der Dichtscheiben (80a) aus Siliziumkarbid zugeordnet ist.

39. Vorrichtung nach Anspruch 28 oder 38, dadurch gekennzeichnet, dass eine Dichtscheibe (80a) in einem sich von dem Außenring (16) weg axial stufenweise erweiternden Abschnitt (51) des Ringraums (50) lagert, dem der Verschlussring (60) mit der anderen Dichtscheibe (80) zugeordnet ist.
40. Vorrichtung nach Anspruch 39, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Außenfläche der Dichtscheibe (80) und dem benachbarten Verschlussring (60) ein Radialspalt (17) verläuft.
41. Vorrichtung nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass an den Radialspalt (10) einerseits ein axialer Ringspalt (77) zwischen der Welle (10) und den Dichtelementen (70) anschließt sowie anderseits ein axialer Ringspalt (13), der die benachbarte Dichtscheibe (80) untergreift.
42. Vorrichtung nach Anspruch 39 und 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtscheibe (80) durch wenigstens einen achsparallelen Mitnehmerstift (67) an die Mittelwand (63) des Verschlusssrings (60) angeschlossen ist.
43. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 bis 42, gekennzeichnet durch zumindest ein weiteres in der Beschreibung und/oder der Zeichnung offenbartes Merkmal.



一  
四



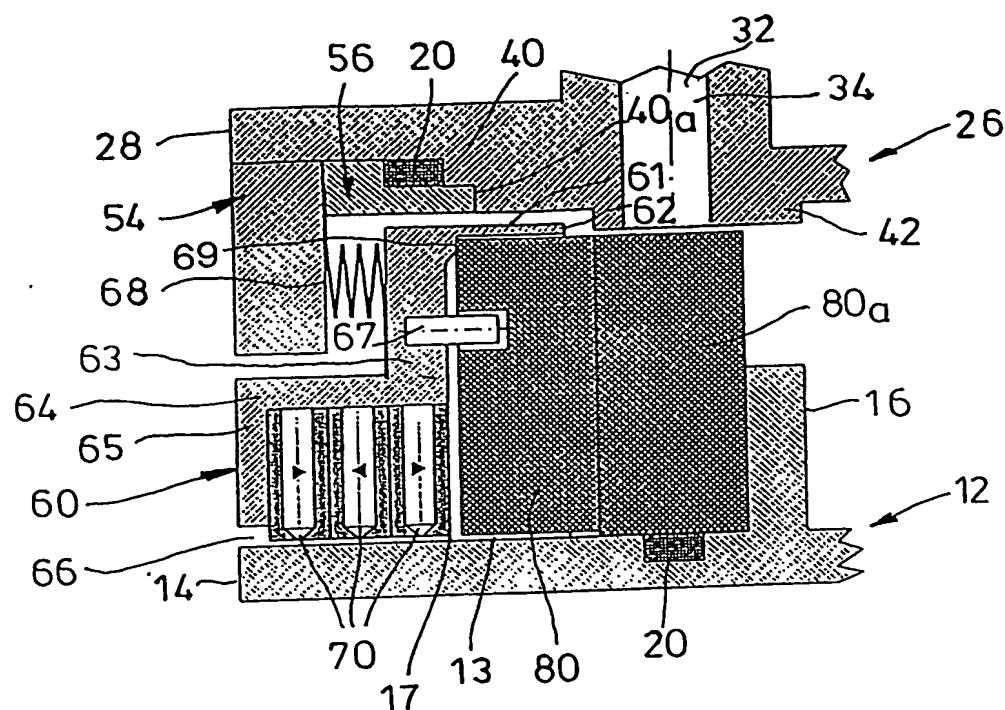


Fig. 5

Fig. 6

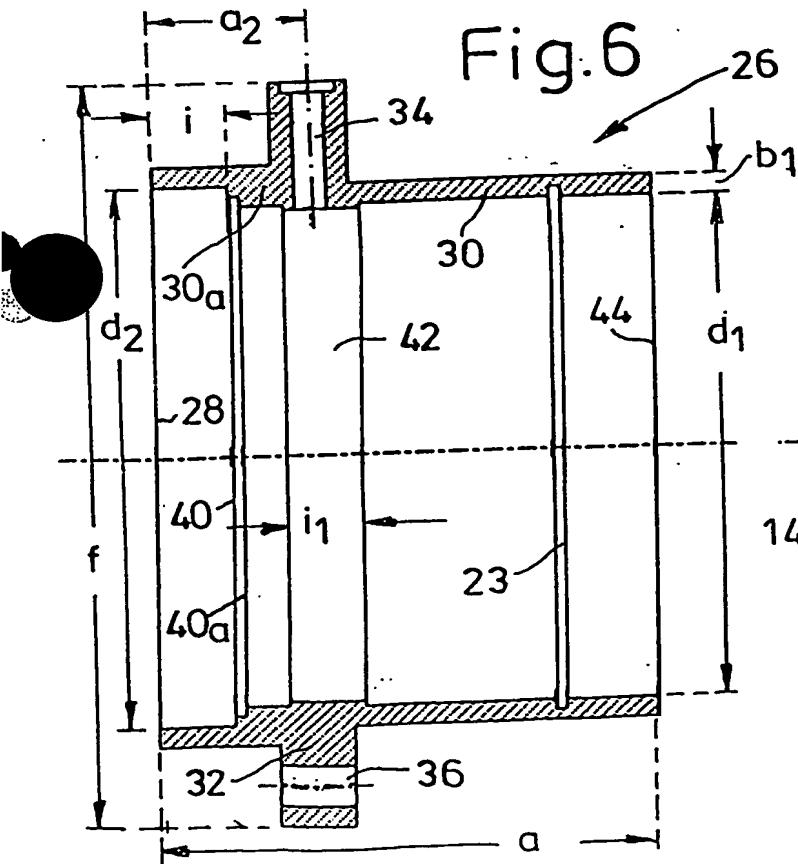
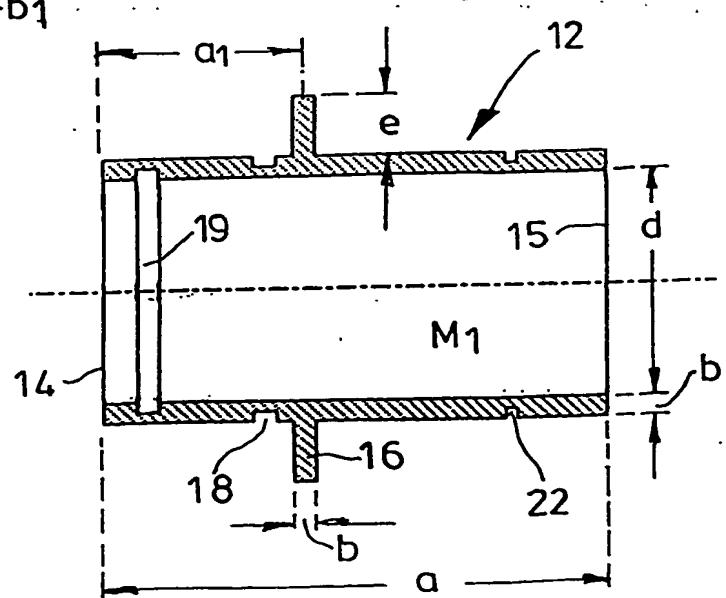


Fig. 7



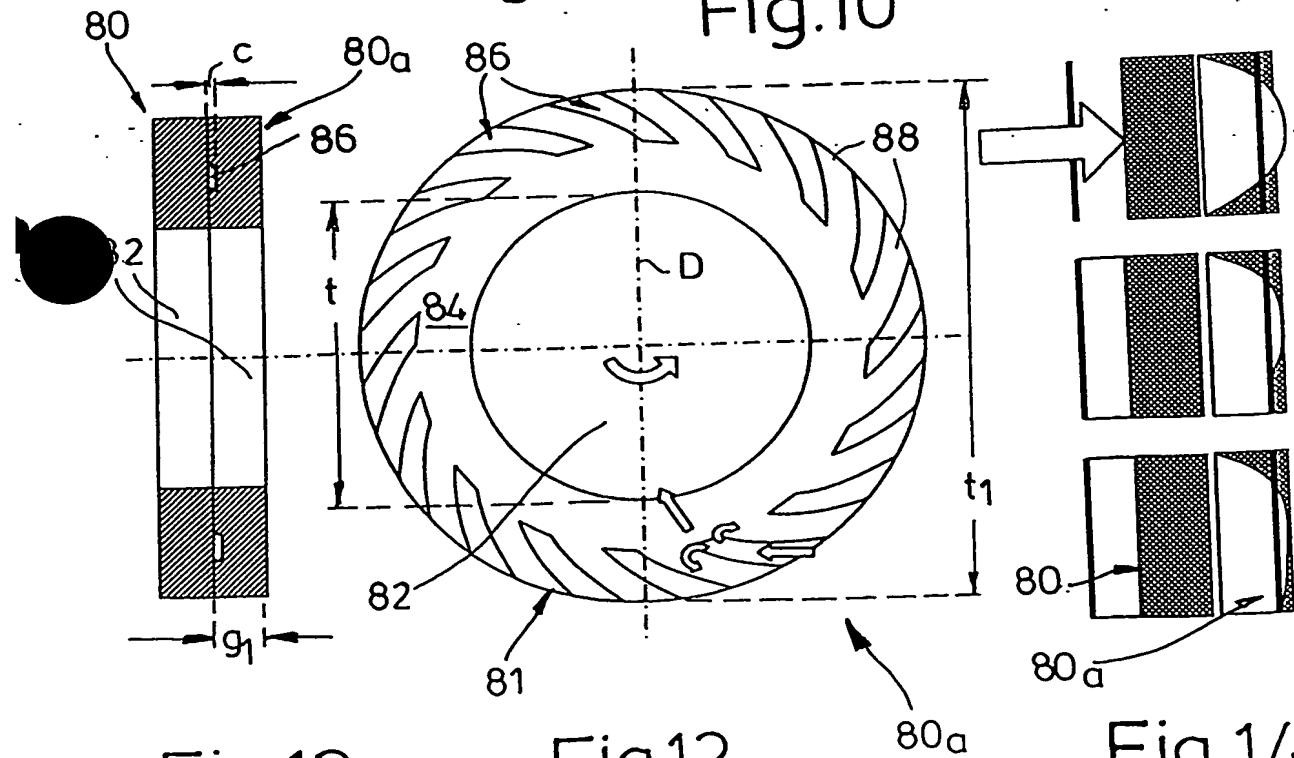
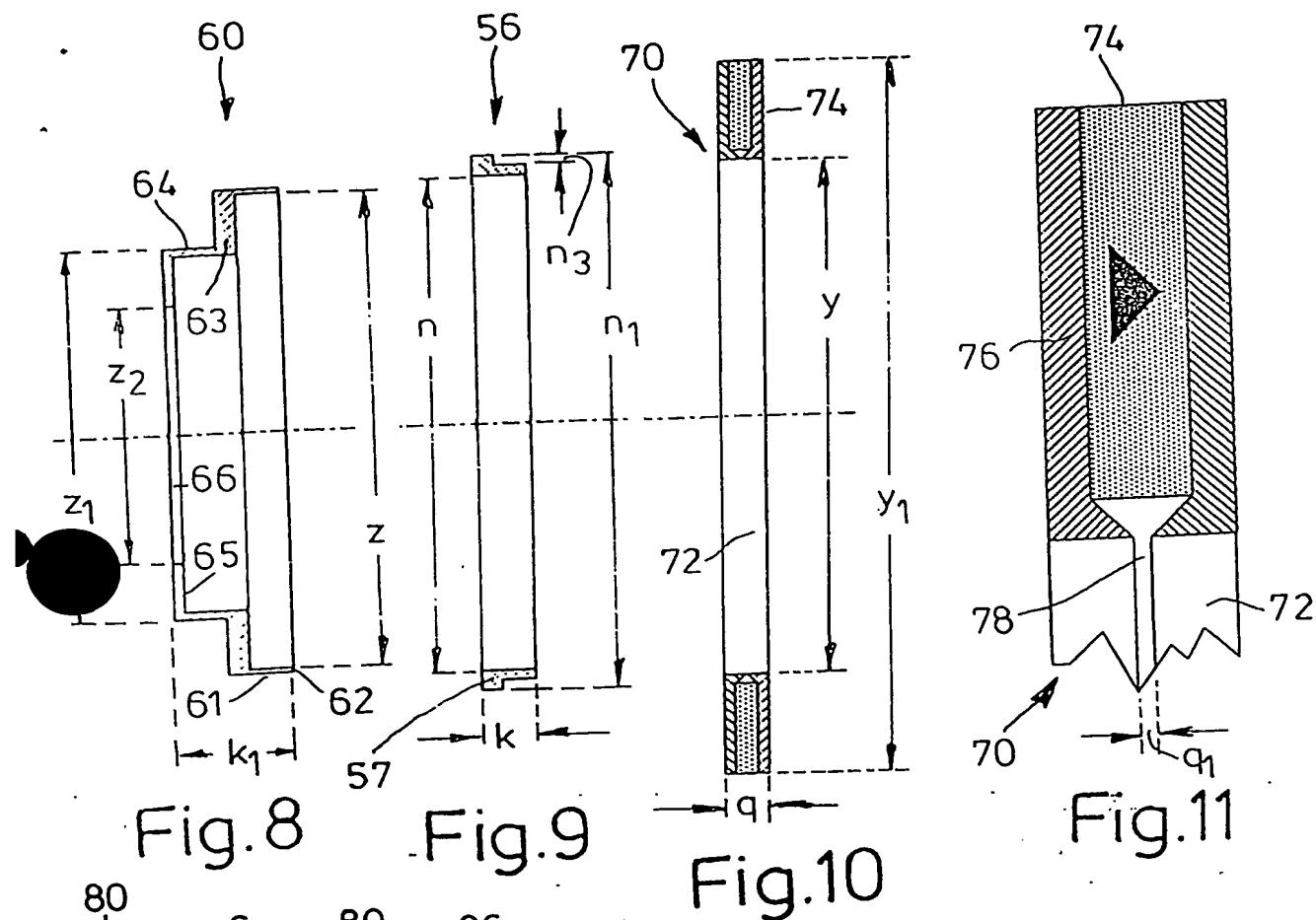
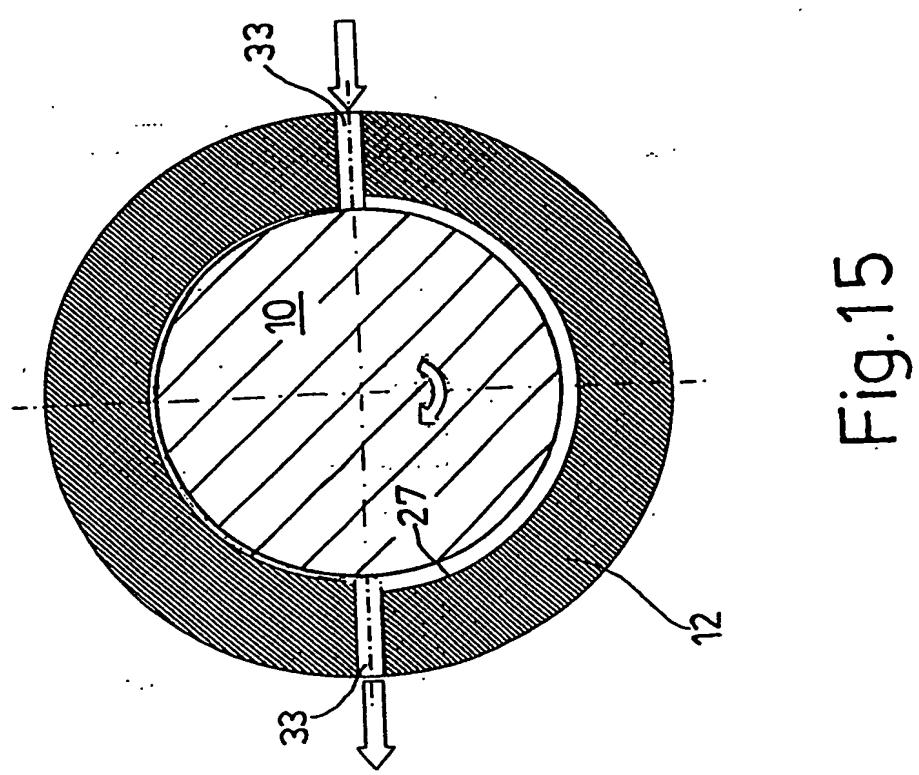
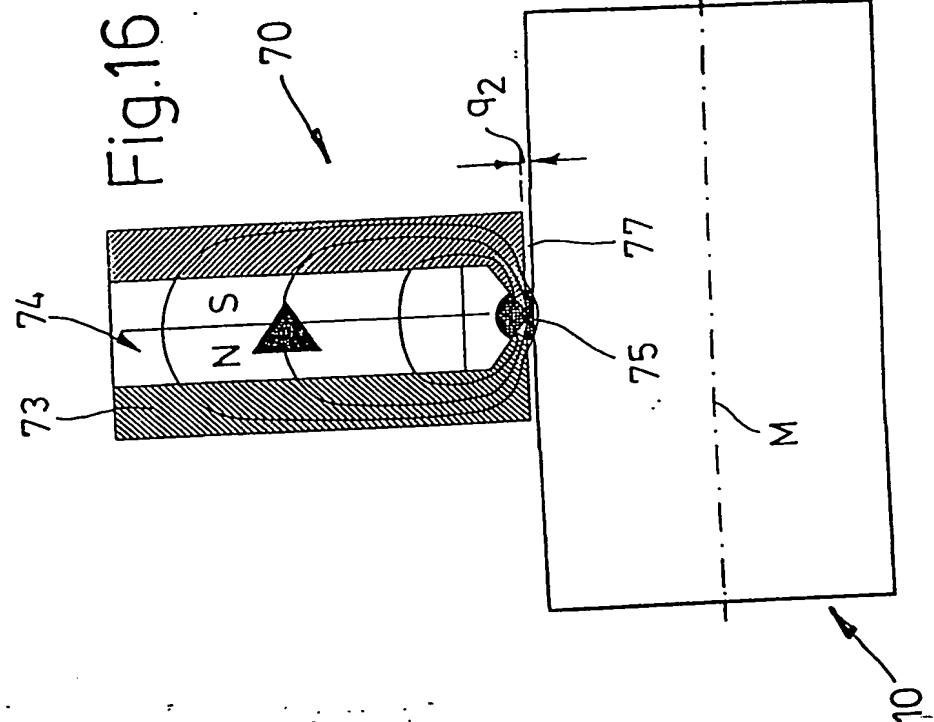


Fig. 13

Fig.12

Fig. 14



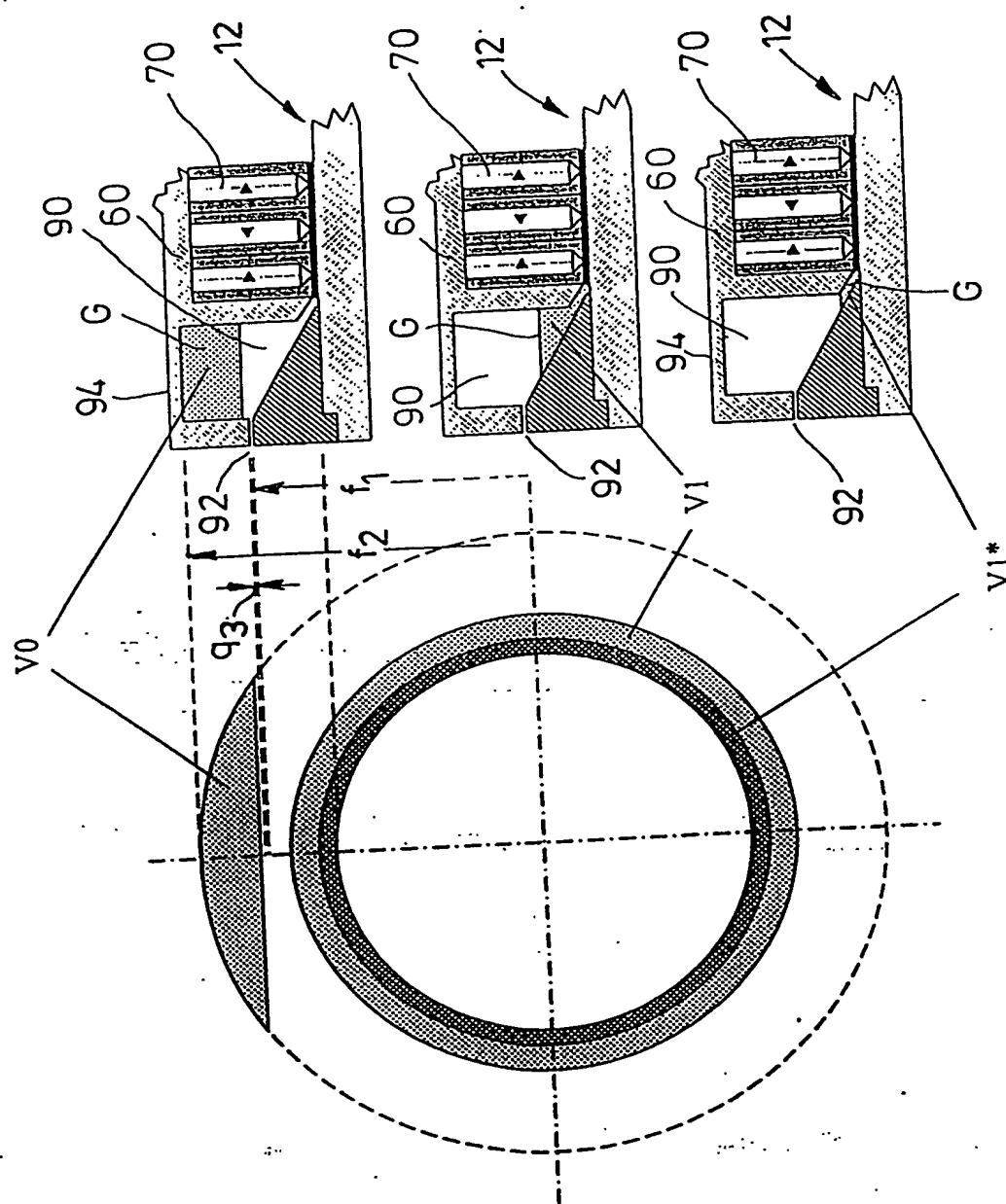


Fig. 17

一八

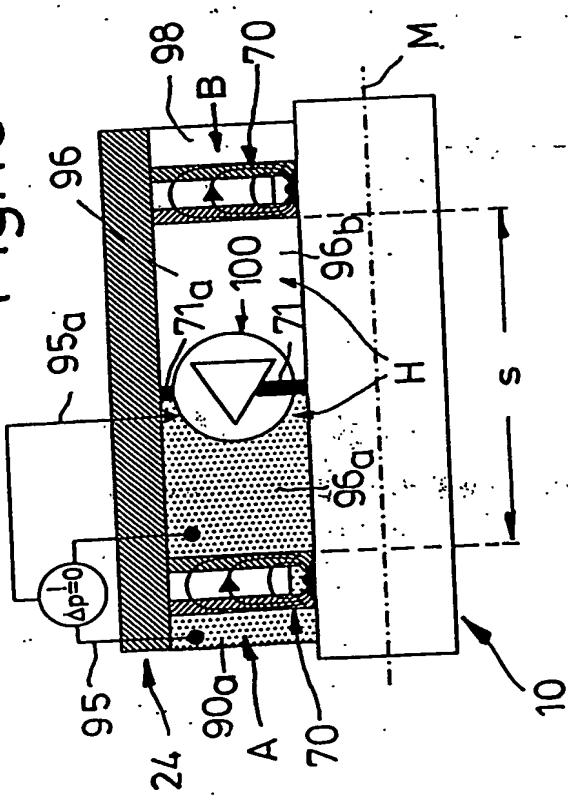


Fig. 19  
955-97

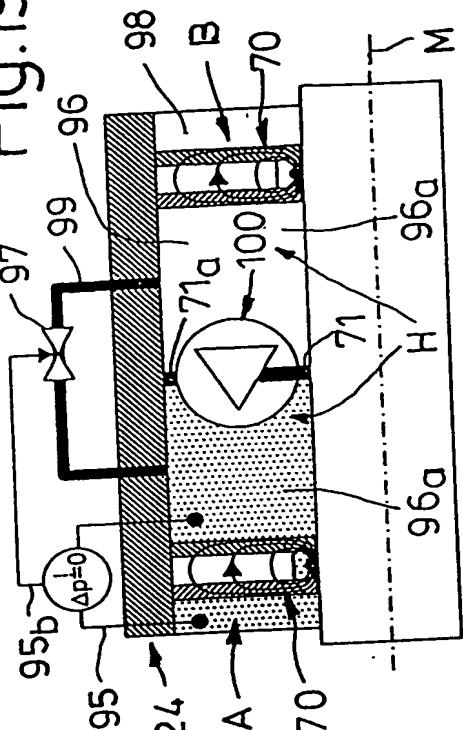


Fig. 20